

气门机构零部件

技术手册

INA

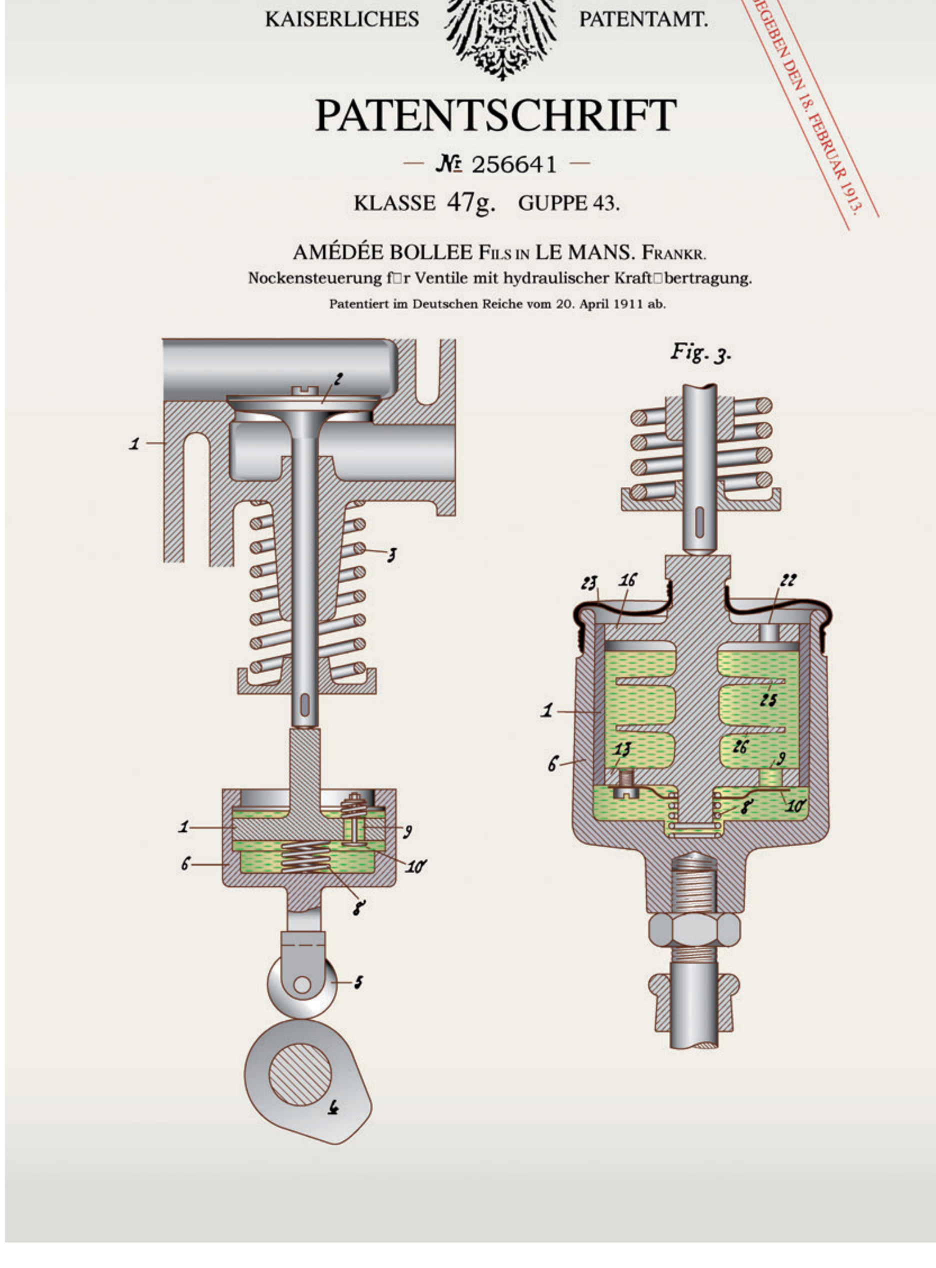
1. 气门机构的发展历史

液压气门间隙调节器的历史可以追溯到1930年代初期，在那个时候该创意才变成了批量生产的现实，并在美国第一次注册了专利。到1950年代，80%的美国乘用车发动机都装备了液压气门间隙调节器。

在欧洲，由于经济的原因，在同一时期更倾向于设计小排量的高速发动机。直到1970年代初期，才在联邦德国大批量的生产该装置。十年之后，已经有大量的德国、英国、瑞典、西班牙和日本车型装备了液压气门间隙调节器。自1989年以来，随着大量的欧洲汽车制造商采用此项创新技术，该产品的市场份额就一直不断地在增加。

当设计新的发动机时，工程师和技师们会面临着越来越多的要求，尤其是以下几个方面：

- 环保
- 噪声低
- 可靠性
- 经济性
- 维护简单
- 高性能



不管是什么结构类型的发动机(凸轮轴底置式或凸轮轴顶置式)，每一个要求都影响到了配气正时的设置和相应零部件的设计。不管采用哪种设计概念，有一点是非常明确的，那就是保证发动机的输出功率在整个工作寿命期间内保持稳定。尤其是系统中机械式的气门驱动、热膨胀和气门机构零部件的磨损，都对气门间隙产生不利的影响。

这导致了气门正时与最优化的设置值之间产生偏差。

INA开发与制造的液压气门间隙调节器就是为满足此要求而设计的，它保证了发动机精确的气门配气正时。

优点：

- 低排放
  发动机出厂时设置好的气门正时在整个工作寿命期间、在发动机的任何工况下都将保持不变，从而保证了发动机的低排放
- 噪声低
  由于消除了过大的气门间隙，发动机的噪声下降了
- 延长了使用寿命
  液压气门间隙调节器补偿了由于摩擦造成的磨损
- 经济性
  在发动机初装配时，不需要设置气门间隙
- 免维护
  在发动机整个工作寿命期间，不需要重新调节气门间隙
- 高速
  INA独特的轻量化设计，可允许发动机持续地高速运转

INA

往复活塞式内燃机在燃烧、做功之后排出废气时，要有新鲜空气进入，如此往复循环。对于一个四冲程内燃机来说，新鲜空气的进入和废气的排出统称为换气，在换气循环过程中，气缸控制机构（进气口和排气口）被执行机构（进气门和排气门）周期性地打开和关闭。执行机构必须满足以下要求：

- **提供最大可能的开启直径**
- **尽可能快地完成开启和闭关行程**
- **尽量流线型的设计以使气缸压力损失最小化，并保证在气缸关闭时有效的密封性**
- **获得尽可能长的使用寿命**

气门机构的要求

在往复活塞式内燃机中，几乎全部使用提升阀来做为执行机构。气门运动的时间曲线和顺序通过凸轮轴和凸轮轴的运动来确定。将凸轮行程传递到气门的机械装置称为气门机构。

气门机构受到极高的、交替地加速和减速。由此产生的惯性力随着发动机转速的增加而不断地增大，并将高载荷作用在发动机上。此外，由于极高的排气温度，在设计时还必须考虑到排气门应能耐高温。
为了在极端条件下也能提供可靠的功能，气门机构还必须满足以下要求：

- **获得尽可能长的使用寿命（在发动机整个使用寿命期间）**
- **降低摩擦，降低燃油消耗率**
- **气门要有充分的散热能力（尤其是排气门）**

此外，工程师们还要保证气门机构零部件不能因为受到冲击而使正时紊乱，及气门机构的零部件之间不能产生干涉。

气门机构的类别

有不同类型的气门机构，但共同之处是都是通过凸轮轴来驱动。我们按以下标准来区分2种不同的气门机构：

- **气门的数量**
- **凸轮轴的数量和所在的位置**

凸轮轴可位于发动机两个不同的位置上，相应的称之为凸轮轴上置式气门机构和凸轮轴顶置式气门机构。

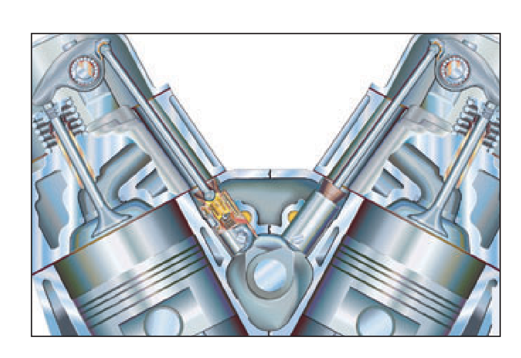


图1
凸轮轴位于发动机气缸的下方，这种结构称之为底置凸轮轴式气门机构

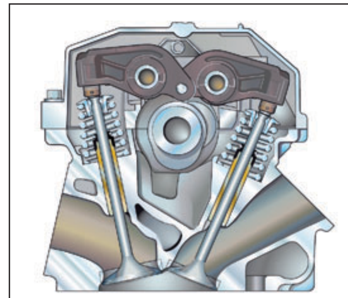


图2
凸轮轴位于气缸的上方，只有一根凸轮轴，这种结构称之为顶置凸轮轴式气门机构

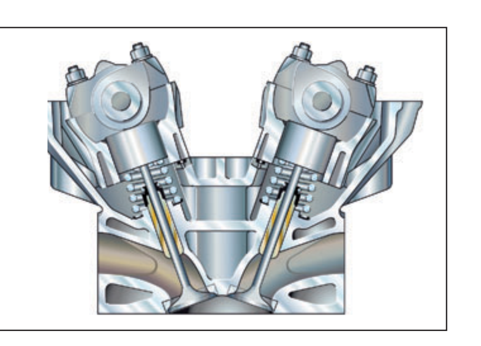
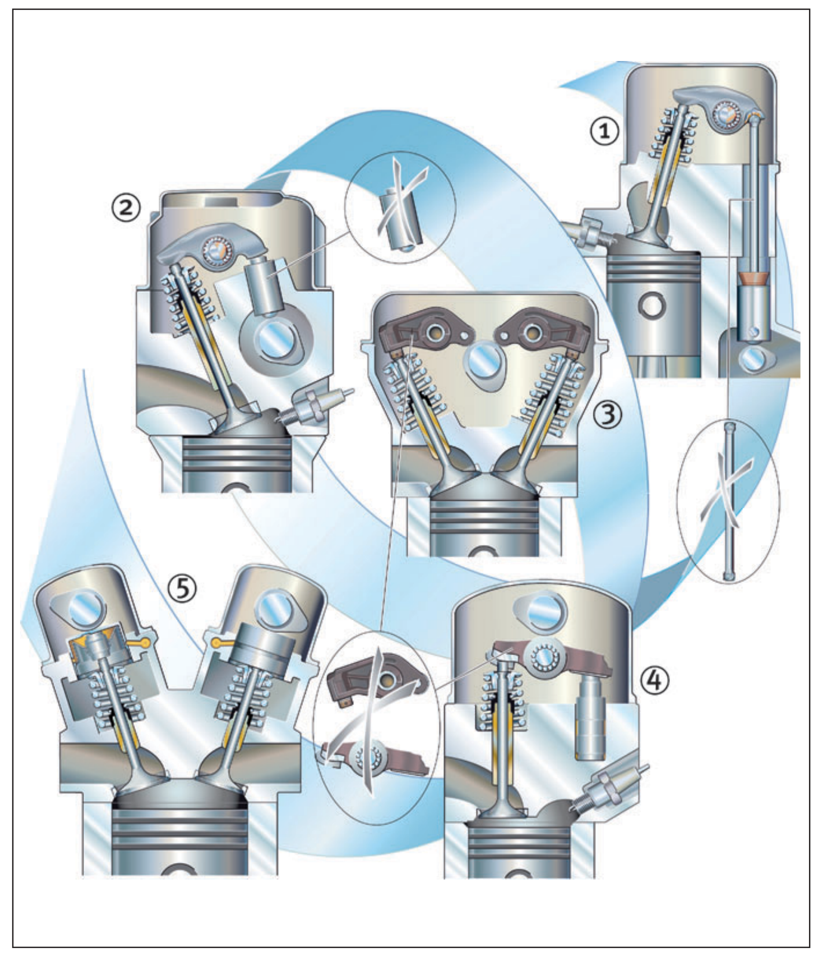


图3
如果有两根凸轮轴，这种布置形式称之为双顶置凸轮轴式气门机构

凸轮轴下置式气门机构



图(1)显示的是凸轮轴位于下方的凸轮轴底置式气门机构。为了把凸轮的升程传递给气门，需要很多的中间部件，如挺杆，推杆，摇臂和摇臂轴承等。不断提高的转速是进一步发展的要求，发动机在要求实现更轻和更紧凑的设计的同时也要求具有更好的性能。由于采用凸轮轴底置式气门机构的发动机只具有中等程度的整体刚度，因此很快就达到了它的速度极限。所以减少气门机构中运动件的数量就显得尤为必要。
图(2)：
凸轮轴安装在缸盖上，从而省去了推杆。

凸轮轴顶置式气门机构

图(3)：
在凸轮轴顶置式气门机构中，没有挺杆，凸轮轴位于上方，通过摇臂或滚子摇臂直接驱动气门。
图(4)：
滚子摇臂式气门机构是基于杠杆原理的各种设计中刚性最好的。
图(5)：
气门直接由挺杆驱动的凸轮轴顶置式气门机构适宜于在很高转速下使用，在这种设计中不再需要摇臂或滚子摆臂 。

所有类型的气门机构（从图1到图5）都被应用在各种大批量生产的发动机上。工程师在设计发动机时，必须在功率、扭矩、排量、外形尺寸和制造成本等因素中区分重点，在决定最终设计之前，对所有的得失都应有一个清醒的评估。这意味着，从推杆驱动到紧凑的顶置凸轮轴直接驱动气门的各种气门机构都有其存在的理由。

气门间隙

气门关闭时，气门控制系统必须有一个精确的、固定的间隙，这个间隙称之为气门间隙。气门间隙用来补偿气门机构因磨损和热膨胀而在长度和尺寸上的变化，如：

- **发动机不同的零件其温度不一致（如在气缸盖中）**
- **不同零件所用的材料也不一样，当温度升高时，其热膨胀率不一样**
- **在凸轮轴与气门接触区的磨损而造成的热膨胀不一致**

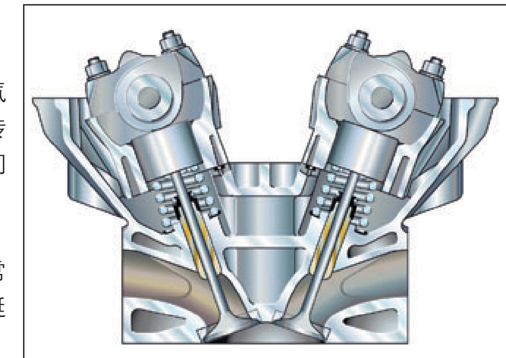
气门间隙调节

以前，当气门机构首次在发动机上安装时以及在随后的规定时间内的维修保养过程中，都必须用调节螺钉或垫片通过机械的方式来调整气门间隙。
如今，出现了气门间隙液压自动调节器，它不需要调节垫片，因为气门间隙通过液压调节器自动补偿。
结果，在发动机使用寿命的所有工作循环中，气门升程曲线的重叠角变化很小。

- **气门间隙过小或过大会引起气门机构的噪声，甚至发动机的损坏。更严重的是，由于废气排放较大，会污染环境。**



3.1 杯状挺杆



在杯状挺杆结构形式的气门机构中，气门由凸轮通过挺杆直接驱动，在气门和凸轮轴之间不需要传递机构。凸轮的升程直接通过杯状挺杆的底部传递到气门。这种结构具有刚度高，运动质量小的特点，正因为如此，它们使发动机在高转速下能达到极佳的性能。
杯状挺杆通过滑动接触起作用，在挺杆底部和凸轮凸缘段会有摩擦损失。选择适当的接触面材料可将这种损失降低到最小程度。为了进一步降低常规磨损和划痕，某些杯状挺杆的设计采用了倾斜的凸轮凸缘结构，它与挺杆在装配位置有侧向倾斜，从而使挺杆在每一升程段都转动几度。

3.1.1 机械杯状挺杆

机械杯状挺杆特点：
- 钢制挺杆体
- 气门由凸轮通过挺杆驱动
- 气门间隙机械调节

(A)上垫片式机械挺杆

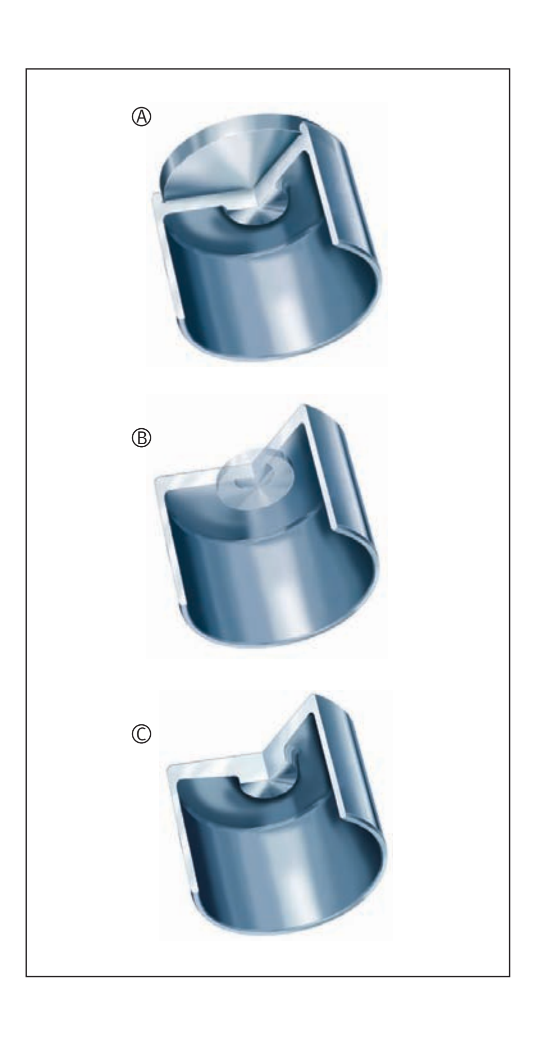
特点
- 调节垫片将其松松地嵌入挺杆外壳
- 可选用不同厚度的垫片
- 可根据需要选择材质和热处理工艺
- 通过改变调节垫片的厚度(a)来调节气门间隙

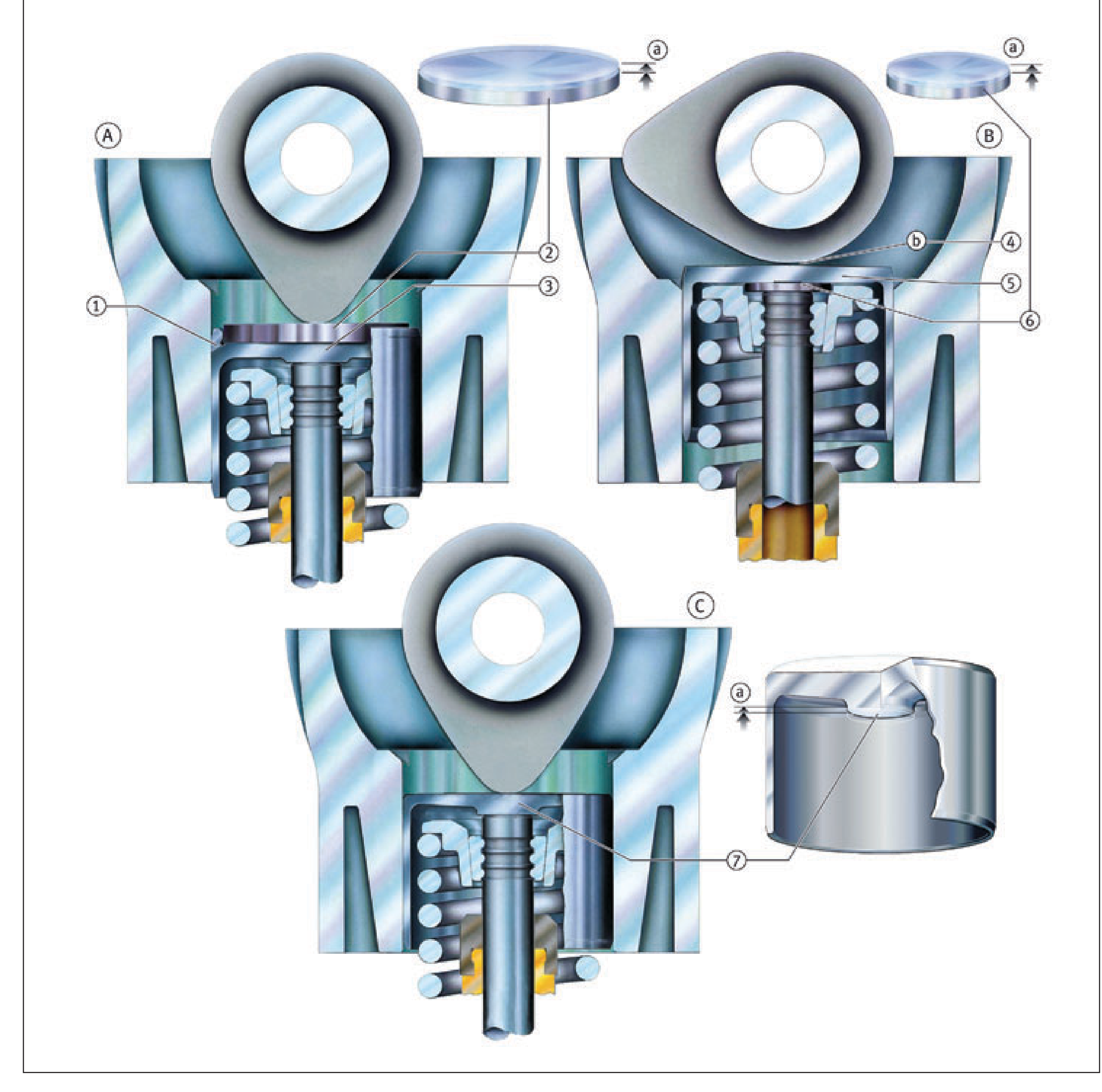
(B)下垫片式机械挺杆

特点
- 确定气门间隙(凸轮基圆和挺杆顶部接触面(b)之间的距离)
  ⟶ 选取不同的垫片厚度 (a)
- 挺杆的质量很轻
  ⟶ 气门弹簧力减小，摩擦损失也随之降低
- 与凸轮的接触面积大

(C)分级式机械挺杆

特点
- 通过改变挺杆顶部的厚度来调节气门间隙(a)
- 挺杆的质量很轻
  ⟶ 气门弹簧力减小，摩擦损失也随之降低
- 与凸轮的接触面积大
- 制造成本低





(1)定位凹槽
(2)调节垫片
(3)挺杆外壳
(4)挺杆外壳接触面
(5)挺杆外壳
(6)调节垫片
(7)挺杆外壳



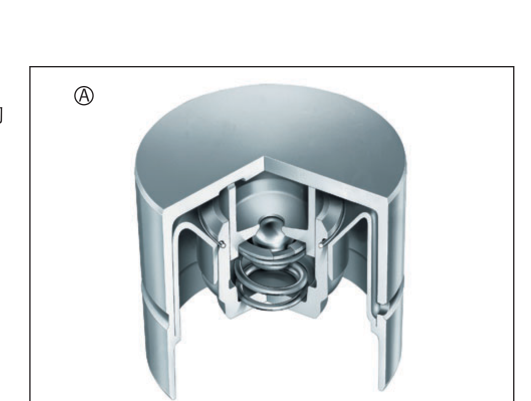
3.1.2 液压杯状挺杆

液压杯状挺杆的特点

- 气门由凸轮通过挺杆驱动
- 气门机构的刚度很高
- 气门间隙自动补偿
- 整个工作寿命期间免维护
- 气门机构噪音低
- 废气排放低

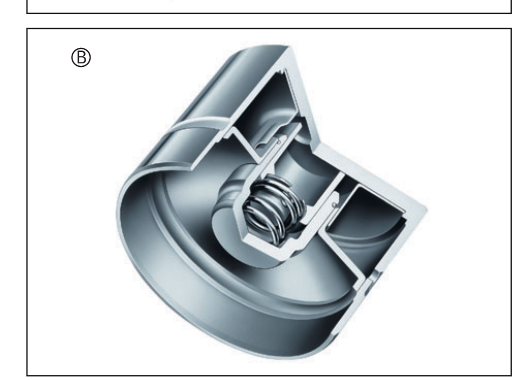
(A)防漏式挺杆

- 发动机停机时，机油不会从外油腔漏出 —— 改善了发动机再起动时的性能



(B)低位吸入式挺杆

- 更有效地利用了油腔的容积改善了发动机再起动时的性能



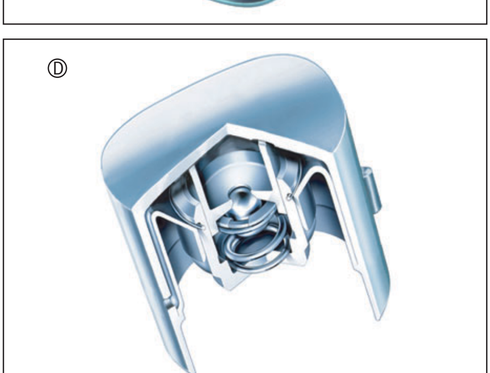
(C)迷宫式挺杆

- 系统防漏式挺杆和低位吸入式挺杆的组合
- 非常有效地改善了发动机再起动时的性能



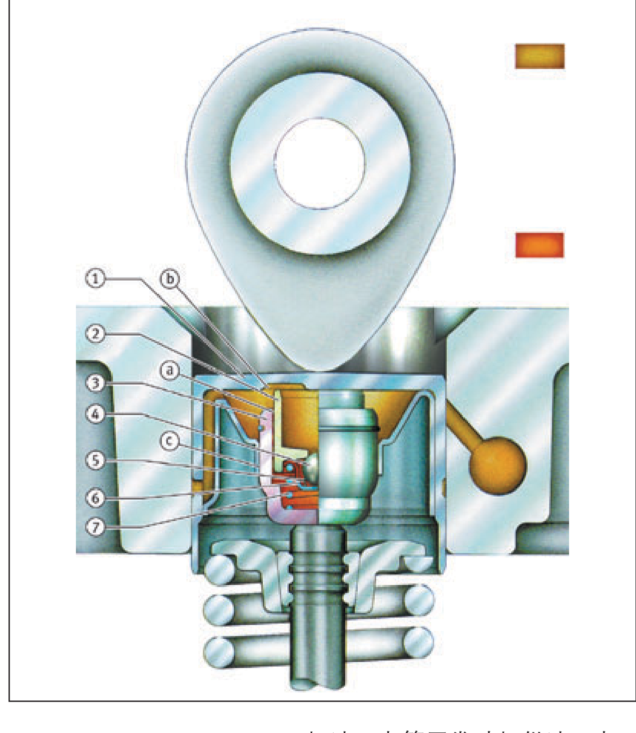
(D)3CF超轻型设计(3CF=圆柱形凸轮接触面)

- 具有圆柱形的凸轮接触面 —— 防转锁
- 供油简单
- 气门开启和关闭的速度加快
- 在挺杆引导面上的机油损失减少80%
- 与凸轮表面的接触压力降低
- 同样的气门升程特性，可用更小直径的挺杆实现
  - ⟶ 质量轻
  - ⟶ 刚度高
  - ⟶ 摩擦损失小



气门间隙调节器

(1)带导向通道的挺杆外壳
(2)柱塞
(3)间隙调节器外壳
(4)单向阀球
(5)单向阀弹簧
(6)单向阀帽
(7)回位弹簧



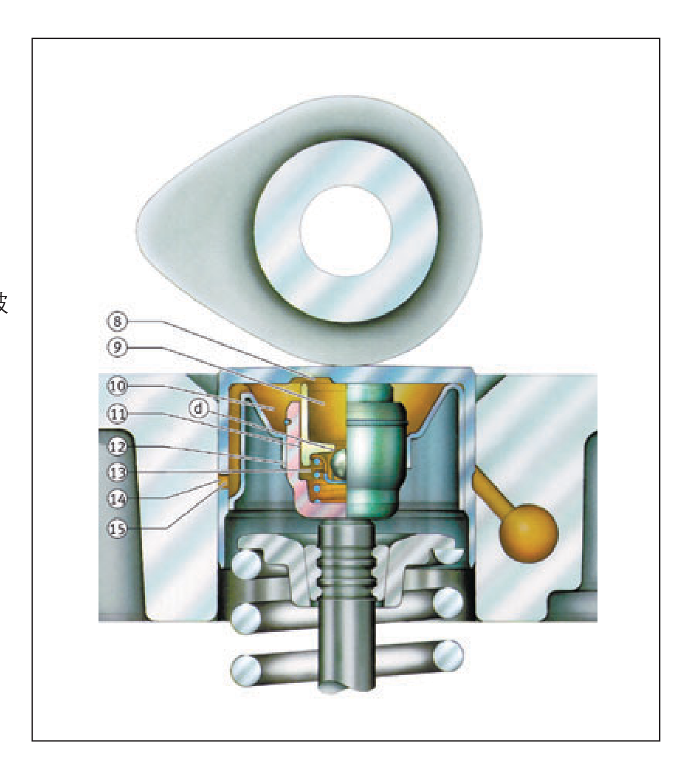
机油压力等于发动机供油压力

机油处于高压状态

气门开启行程(凸轮升程段)

- 挺杆受力
  - ⟶ 来自发动机气门弹簧力和惯性力
- 柱塞和间隙调节器外壳之间的轴向距离减小
  - ⟶ 高压腔有少量的机油从泄油间隙中被挤出(a)
  - ⟶ 然后返回到外油腔(b)
- 在气门开启行程的终点，会形成微小的气门间隙
- 少量的机油和空气从挺杆进油口和/或导向通道的间隙中被挤出(c)

(8)油槽
(9)内油腔
(10)外油腔
(11)泄油间隙
(12)导向通道间隙
(13)高压腔
(14)进油槽
(15)进油口



调整行程(凸轮基圆段)

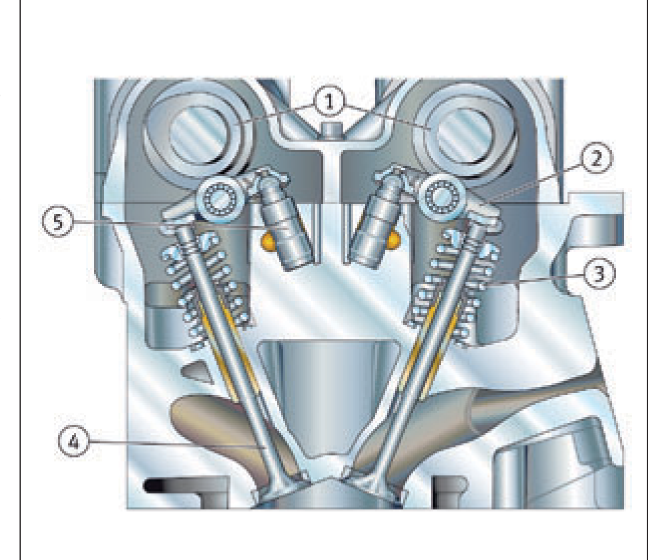
- 回位弹簧推动柱塞离开间隙调节器外壳，直到气门间隙完全消失
- 当内油腔油压高于高压腔时，单向阀由于压力差而自动开启
- 机油从外油腔(10)通过油槽(8)，流入内油腔(9)，再通过单向阀(d)流入高压腔(13)
- 单向阀关闭，气门驱动链之间恢复机械接触

3.2 带液压支持件的滚子摇臂

滚子摇臂一般由金属薄板冲压制成。在凸轮和滚子摇臂之间通常由滚针轴承支承的滚子接触。此外，滚子摇臂也可由精密的铸钢制造。滚子摇臂的惯性矩和刚度很大程度上取决于其结构。相对于杯状挺杆，较短的摇臂产生了更小的惯性矩，所以在设计时可在气门一侧降低质量。因为其刚度特性，滚子摇臂刚度不如杯状挺杆。

每一种气门机构都需要设计不同的凸轮形状。相对于用在杯状挺杆气门机构中的凸轮，滚子摇臂式气门机构中的凸轮有更大的桃尖半径，和负曲面缓冲段，并根据摇臂调节比产生更小的凸轮升程。

凸轮轴位于滚子的上方，将其安装在气门和液压支持件的中央是最可取的。对于这种结构设计，滚子摇臂特别适宜于四气门的柴油发动机。在这种形式的发动机中，气门之间布置的互相平行或稍微有点角度，要求使用滚子摇臂来保证凸轮轴之间足够的距离。



(1)凸轮轴
(2)滚子摇臂
(3)气门弹簧
(4)气门
(5)液压支持件

滚子摇臂的特点：
- 凸轮和滚子摇臂由一个滚针轴承支承的滚子接触
- 气门机构的摩擦阻力很低
- 在气缸盖上的装配非常简单
- 机油可以非常方便地通过气缸盖进入挺柱
- 所需的安装空间很小

(A)金属薄板冲压滚子摇臂

特点：
- 由金属薄钢板冲压而成
- 气门挡边(4)的高度可以自由选择
- 喷油孔(2)可选
- 保持夹(3)可选
  ⟶ 有了保持夹，在气缸盖上的装配将非常简单
- 在球面区域和气门杆端部接触的面上均有很高的承载能力
- 性价比高



(a)金属薄板冲压滚子摇臂
(c)液压支持件

(B)铸造滚子摇臂

特点：
- 可以做成复杂的几何形状
- 高承载力的轴承
- 可以根据不同的设计实现较大的刚度
- 可以根据不同的设计实现较小的转动惯量

液压支持件的特点：
- 用多边形保持环(7)固定
- 可以提供能够承受很大横向力的可靠支撑

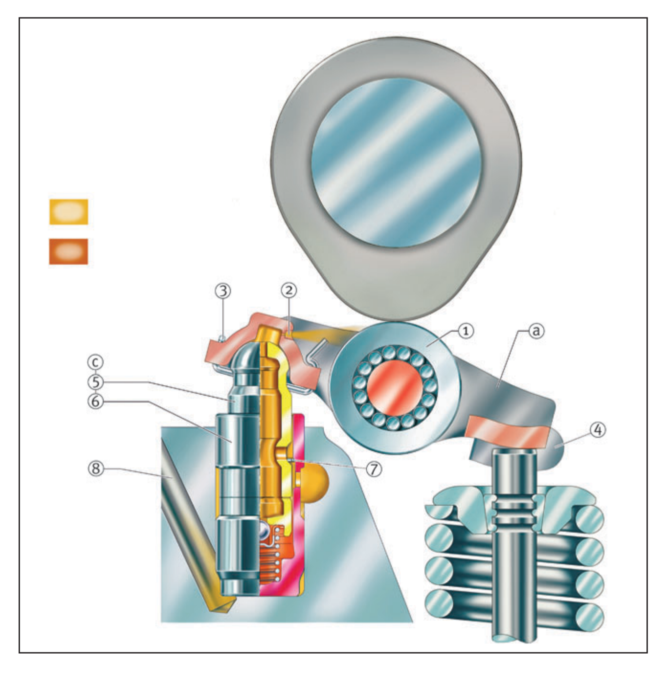


(b)铸造滚子摇臂
(c)液压支持件

气门间隙调节

(a)滚子摇臂
(c)液压支持件

(1)凸轮滚子
(2)喷油孔
(3)保持夹
(4)气门挡边
(5)柱塞
(6)外壳
(7)保持环(多边形环)
(8)通风孔 / 泄压孔

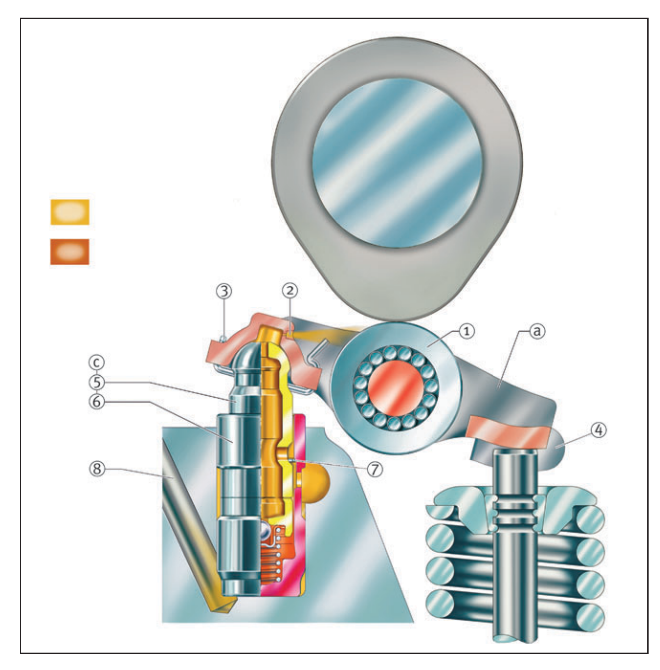


机油压力等于发动机供油压力

机油处于高压状态

气门开启行程(凸轮升程段)
液压支持件受到来自发动机的气门弹簧力和惯性力，柱塞和外壳之间的轴向距离减小。
高压腔有少量的机油从泄油间隙中被挤出(a)，然后返回到外油腔 。
在气门开启行程的终点，会形成微小的气门间隙。
少量的机油和空气从液压支持件进油口和/或导向通道的间隙中被挤出。

调整行程(凸轮基圆段)
回位弹簧推动柱塞离开外壳，直到气门间隙完全消失。
当内油腔油压高于高压腔时，单向阀由于压力差而自动开启机油从外油腔，再经单向阀流入高压腔。
单向阀关闭，气门驱动链之间恢复机械接触。



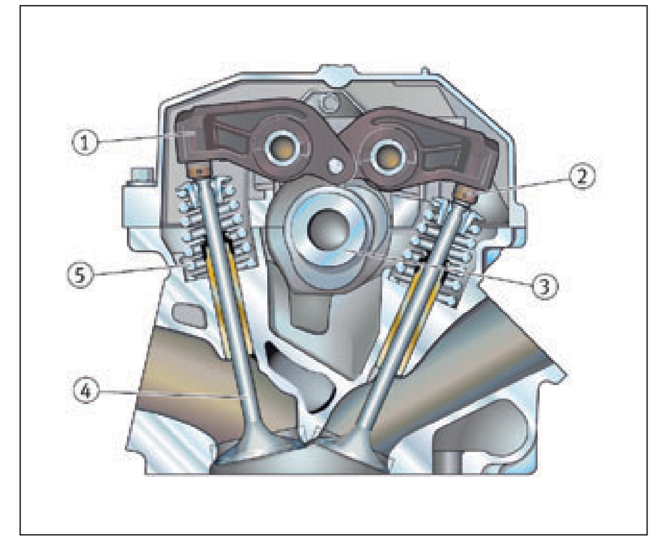
机油压力等于发动机供油压力

机油处于高压状态

3.3 带液压插入件的滚轮摇臂

在滚轮摇臂的气门机构中，凸轮轴位于滚轮摇臂一端的下方。凸轮升程通过滑动接触或滚动接触(滚轮摇臂)传递到摇臂。

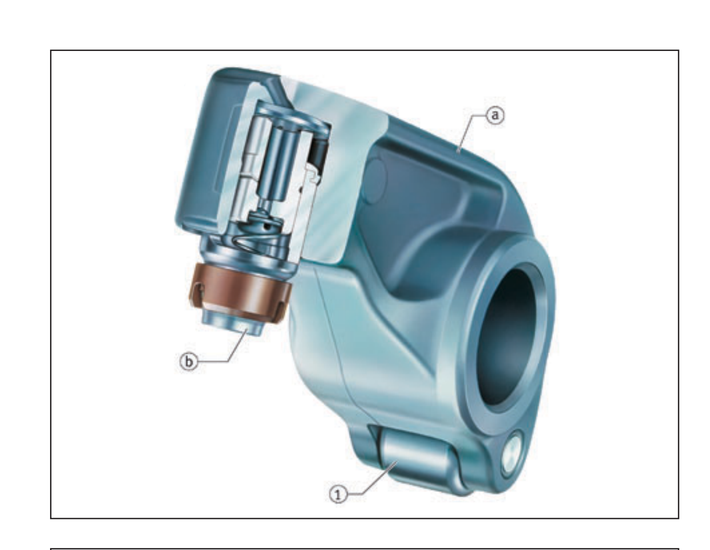
为了降低摩擦损失，现代滚轮摇臂一端使用滚针轴承凸轮滚子，另一端使用液压气门间隙调节装置(如液压插入件)或机械式的调节螺钉。这种摇臂可以驱动进气门或排气门。



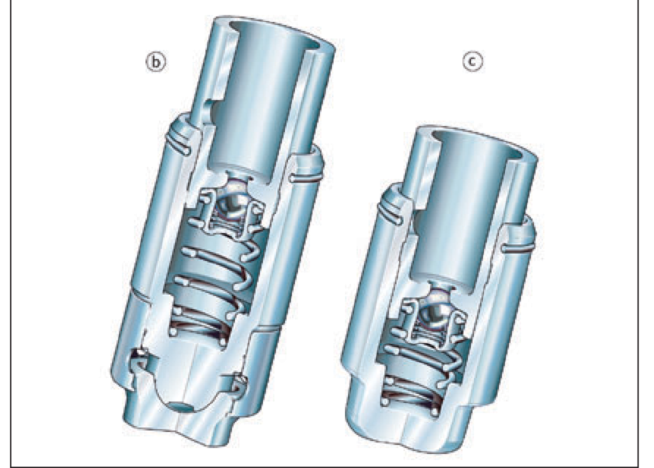
(1)滚轮摇臂
(2)液压插入件
(3)凸轮轴
(4)气门
(5)气门弹簧

调节元件和气门之间的接触点必须始终位于气门杆的末端。由于摇臂的往复运动，在调节元件和气门作用元件之间的接触区必须有微小的曲面(或球形)。这减少了接触面积，而接触点的压力作用于气门杆的末端。如果压力过大，则需使用带补偿隔垫的液压插入件。补偿隔垫通过球/球窝的方式支承在插入件上，从而保证压力均匀地作用于气门杆端面。由于接触面积增大，相应地作用于气门杆端的压力就降低了。

a – 带液压插入件的滚轮摇臂



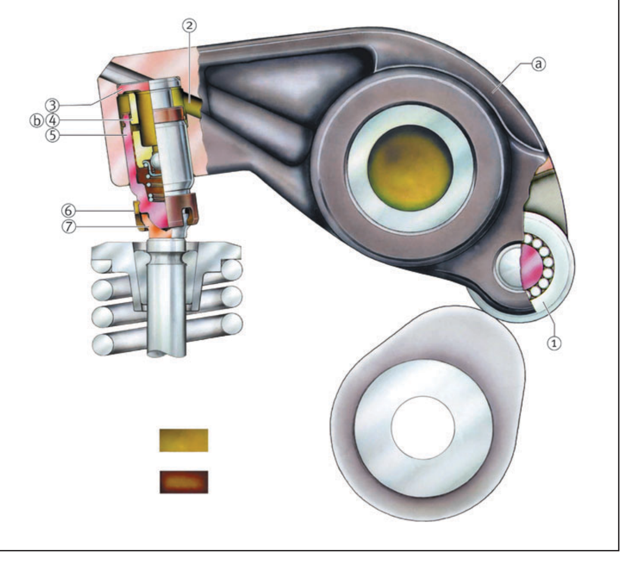
b – 带补偿隔垫的液压插入件
c – 不带补偿隔垫的液压插入件



带液压插入件的滚轮摇臂的特点：
滚轮摇臂(a)的主体用铝制成，并包含以下部件：
- 一个由滚针轴承支承的凸轮滚子(1)
- 和一个带补偿隔垫(b)或不带补偿隔垫(c)的液压插入件
  - ⟶ 气门间隙自动补偿
  - ⟶ 免维护
  - ⟶ 低噪音
  - ⟶ 低排放
- 气门机构摩擦损失非常小
- 所需要的安装空间很小
  - ⟶ 因为所有的气门都可以用一根凸轮轴驱动

带补偿隔垫的液压插入件(b)：
- 通过球/球窝的方式支承在插入件上
- 有一个由淬硬钢制成的补偿隔垫
- 与气门杆端面的接触应力很小

不带补偿隔垫的液压插入件(b)：
- 所需的装配空间小
- 质量轻 (低惯性)
- 性价比高



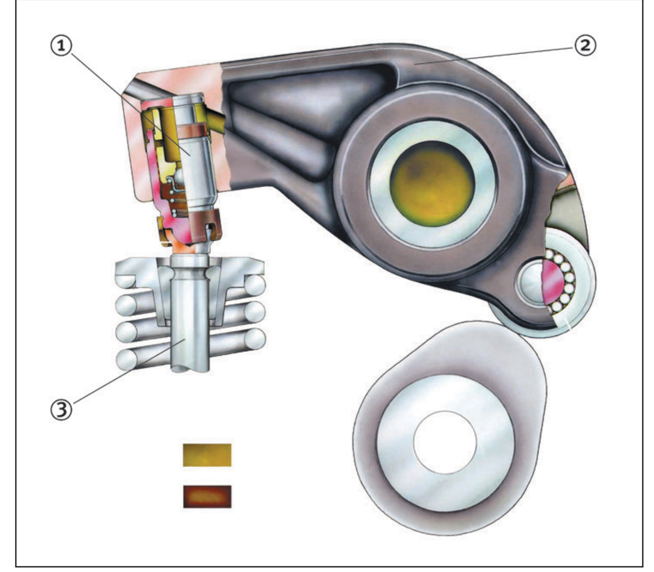
(1)凸轮滚子
(2)供油通道
(3)支承片
(4)柱塞
(5)外壳
(6)保持杯(钢片或塑料)
(7)补偿隔垫

机油压力等于发动机供油压力
机油处于高压状态

气门间隙调节

气门开启行程(凸轮升程段)
液压插入件受到来自发动机的气门弹簧力和惯性力，柱塞和外壳之间的轴向距离减小。
高压腔有少量的机油从泄油间隙中被挤出，然后返回到外油腔。
在气门开启行程的终点，会形成微小的气门间隙 。
少量的机油和空气从液压插入件进油口和/或导向通道的间隙中被挤出。

调整行程(凸轮基圆段)
回位弹簧推动柱塞离开外壳，直到气门间隙完全消失。
当内油腔油压高于高压腔时，单向阀由于压力差而自动开启。
机油从外油腔，再经单向阀流入高压腔。
单向阀关闭，气门驱动链之间恢复机械接触。

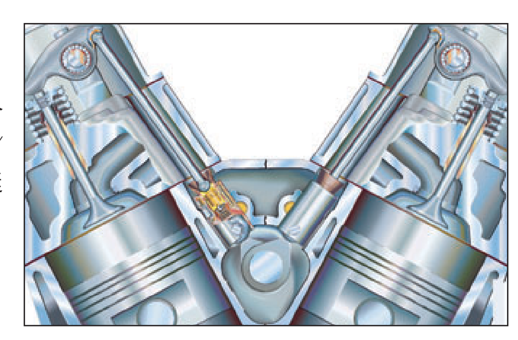


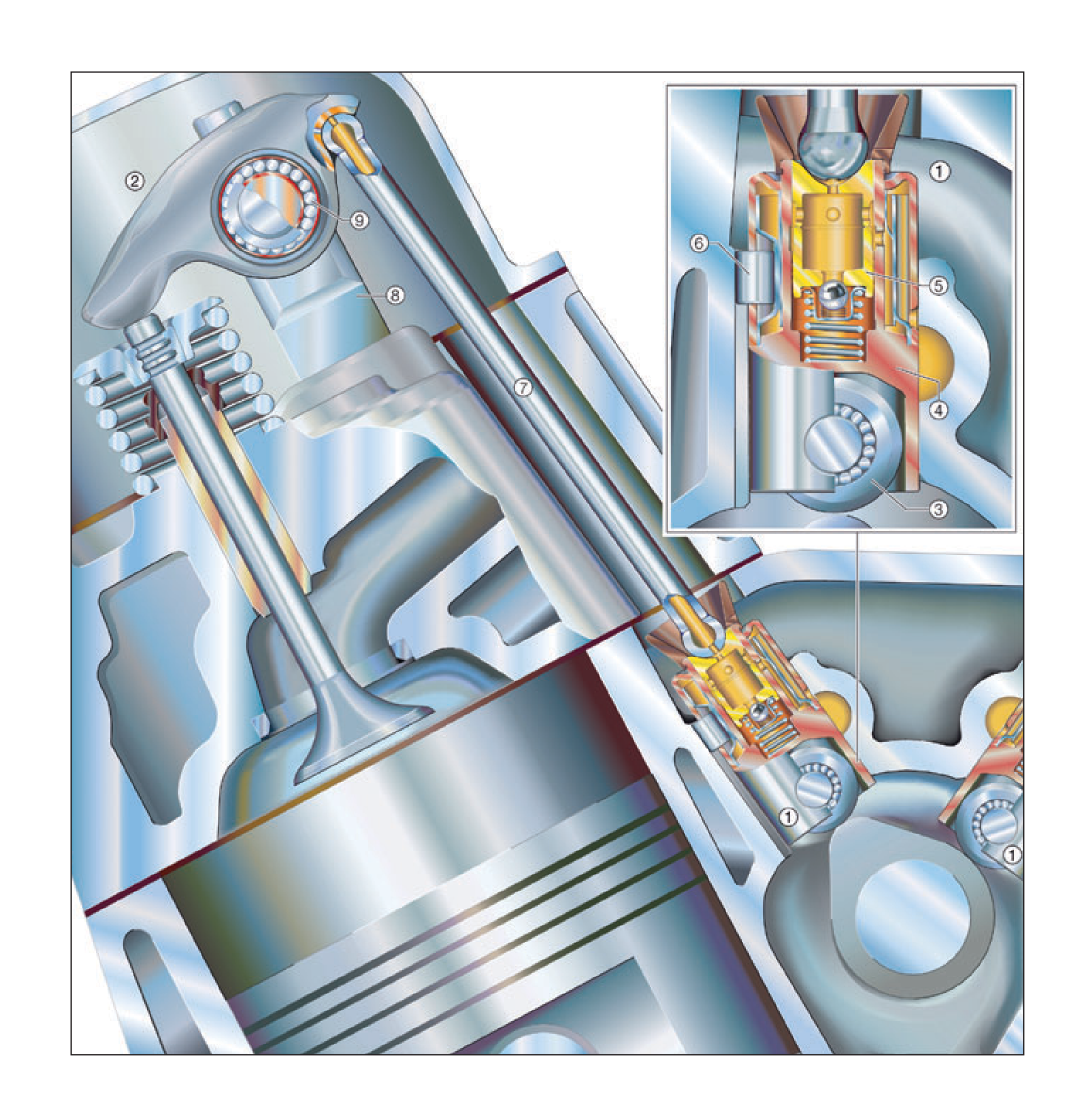
(1)液压插入件
(2)滚轮摇臂
(3)气门

机油压力等于发动机供油压力
机油处于高压状态

3.4 凸轮轴底置式气门机构

凸轮轴底置式气门机构中，凸轮和摇臂之间的距离比较长。这时使用一个推杆来将凸轮升程传递给摇臂。推杆用来连接特殊形式的凸轮随动件和/或气门提升阀。后者通过滑动接触（平面或杯状挺杆）或滚动接触（滚子挺杆）连接到凸轮上，并为推杆导向。



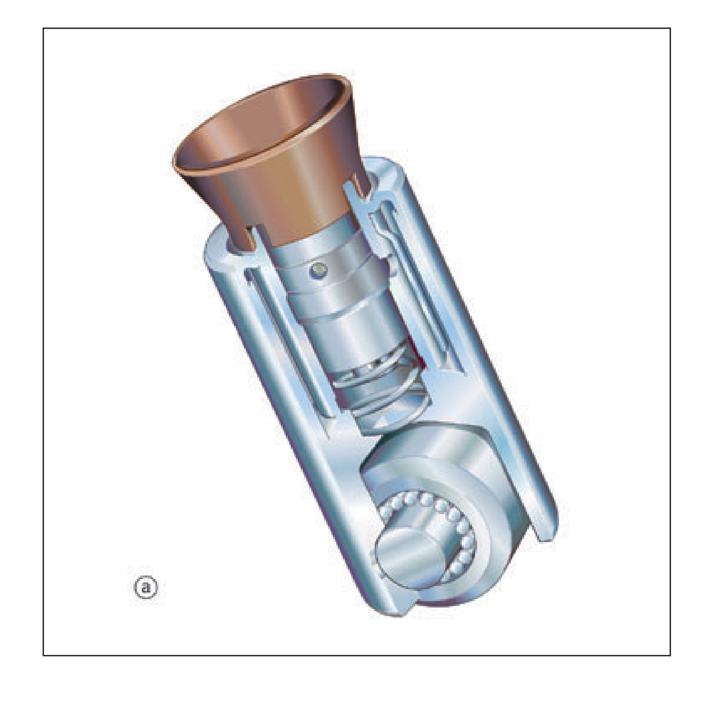


(1)液压滚子挺杆
(2)摇臂
(3)凸轮滚子
(4)外壳
(5)柱塞
(6)防转锁
(7)推杆
(8)滚针轴承支架
(9)滚针轴承

3.4.1 液压滚子挺杆

液压滚子挺杆(a)的特点：

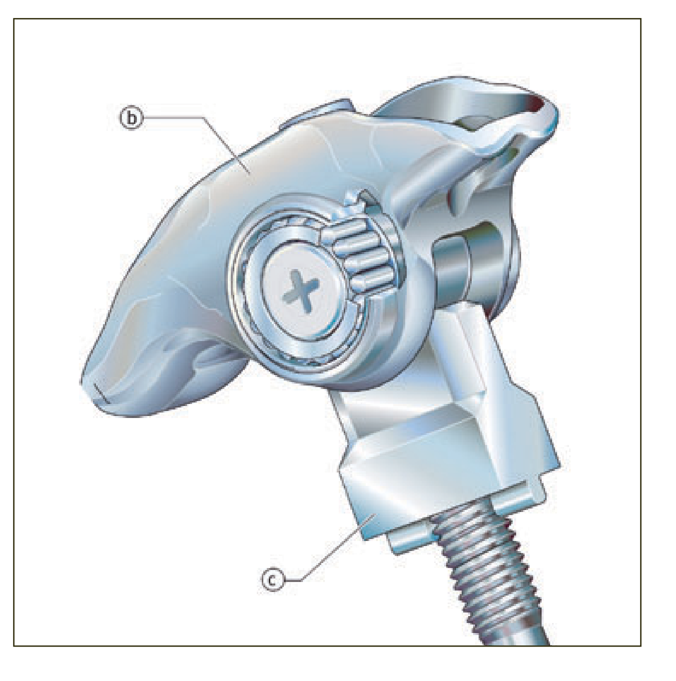
- 有一个特殊的内部供油系统（迷宫式设计）
- 即使供油量低于最优值也能保持较好的工作性能
- 气门间隙自动补偿
  - ⇢ 免维护
  - ⇢ 低噪声
  - ⇢ 低排放



3.4.2 带摇臂轴承支架的摇臂

摇臂(b)和摇臂轴承支架(c)的特点：

- 总成供货，包括摇臂、滚针轴承总成、支架和螺栓
- 摇臂
  - ⇢ 由滚针轴承总成和支架支承，整个摇臂总成通过螺栓安装在气缸盖上
  - ⇢ 低摩擦阻力



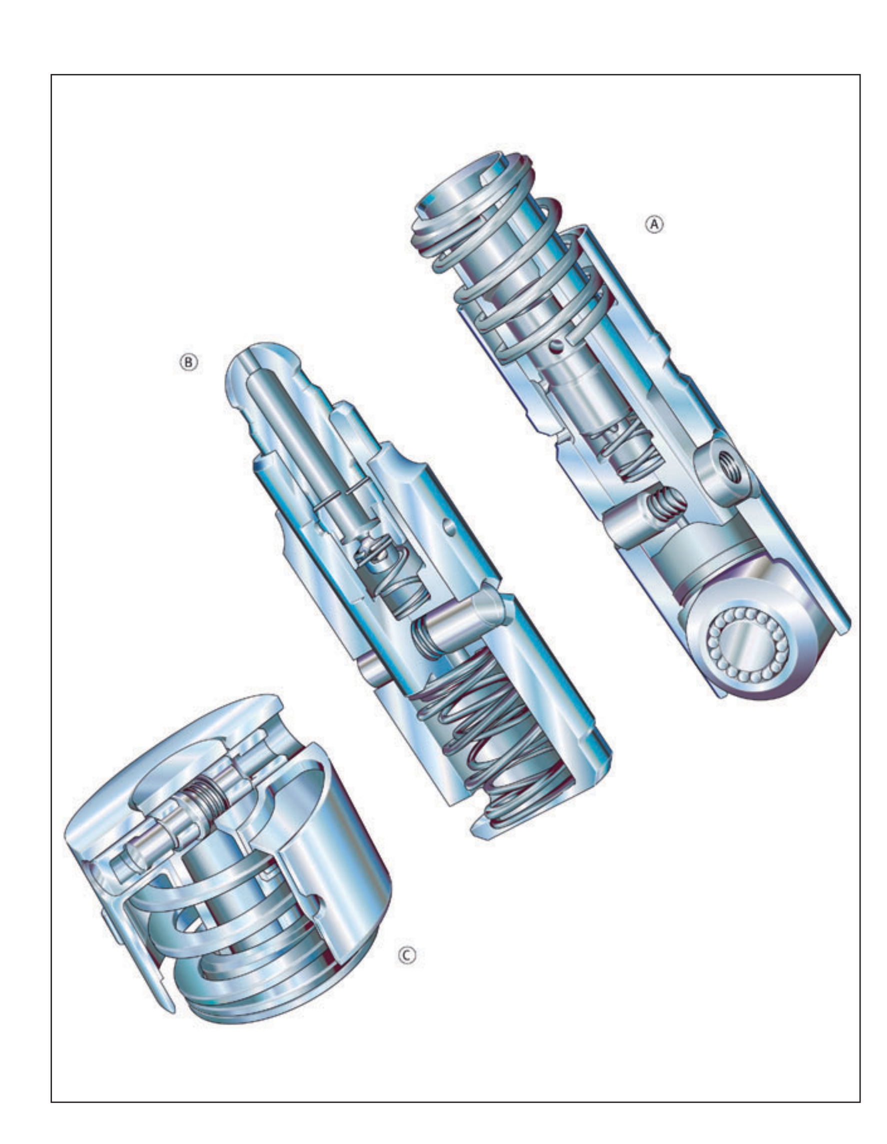
3.5 可调式气门机构零部件

自二十世纪初期以来，发动机设计师和热力学工程师们－直在努力开发可变气门升程装置 —— 有大量的专利发明为证。为了满足更加严格的排放标准和更低的燃油消耗率，及不断提高的驾驶舒适性，要求设计气门机构应该更加柔性化。

包括凸轮随动件在内(如摇臂，滚子摇臂，或杯状挺杆)的可变气门正时系统已实现了小批量的生产。可变气门正时是为了，即使发动机工况点不同，也可使不同的气门升程曲线成为可能，从而达到了各个气门升程的最优化设置。其前提条件是，每个气门升程都要有一个相应的凸轮来与其匹配，除非它是零升程，也就是停缸/停阀。此气门机构元件支承在凸轮基圆位置。

停缸/停阀主要用在大功率多缸发动机上(如8缸，10缸或12缸)，用于降低充气损失(泵或阀损失)和/或改善工况点。由于点火次序的间隔时间相同，一般V8和V12发动机可被“切换”成直列4缸或6缸发动机。对一个台架固定的V8发动机进行试验，证明了当运用停缸/停阀系统时其燃油经济性提高了8%至15%。

停缸/停阀通过关闭每个凸轮随动件的第二个偏心凸轮来实现。这样，从凸轮传递气门升程的零部件与气门失去联系。该传递零件不起作用，也称之“空转”。由于气门弹簧的连接中断，对应的惯性矩必须通过另外的弹簧来支承，即所谓的“空转”弹簧。发动机的往复运动由这些没有空转的气门机构元件来执行。对于已停缸/停阀的气缸，凸轮轴只克服“空转”弹簧力，这些力只有对应的气门弹簧力的1/5到1/4大小。这有助于降低磨损损失。

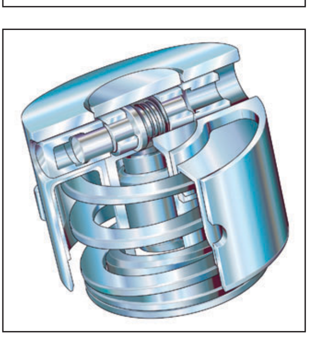


(A)可调式液压挺杆
(B)可调式液压支持件
(C)可调式机械挺杆

可调式液压挺杆的特点：

- 可在两种不同的气门升程规律之间切换，实现
  - ⟶ 停缸
  - ⟶ 不同气门升程规律的转换
- 当停缸时
  - ⟶ 气门保持关闭，或者
  - ⟶ 保持开启
- 气门升程切换的可能性有
  - ⟶ 短/中等气门升程，或者
  - ⟶ 长气门升程
- 停缸的优点
  - ⟶ 降低排放
  - ⟶ 降低油耗
- 气门升程转换的优点
  - ⟶ 明显地改善扭矩特性(低速扭矩)
  - ⟶ 明显地提升发动机的功率





气门间隙调节 —— 两种不同设计方案：

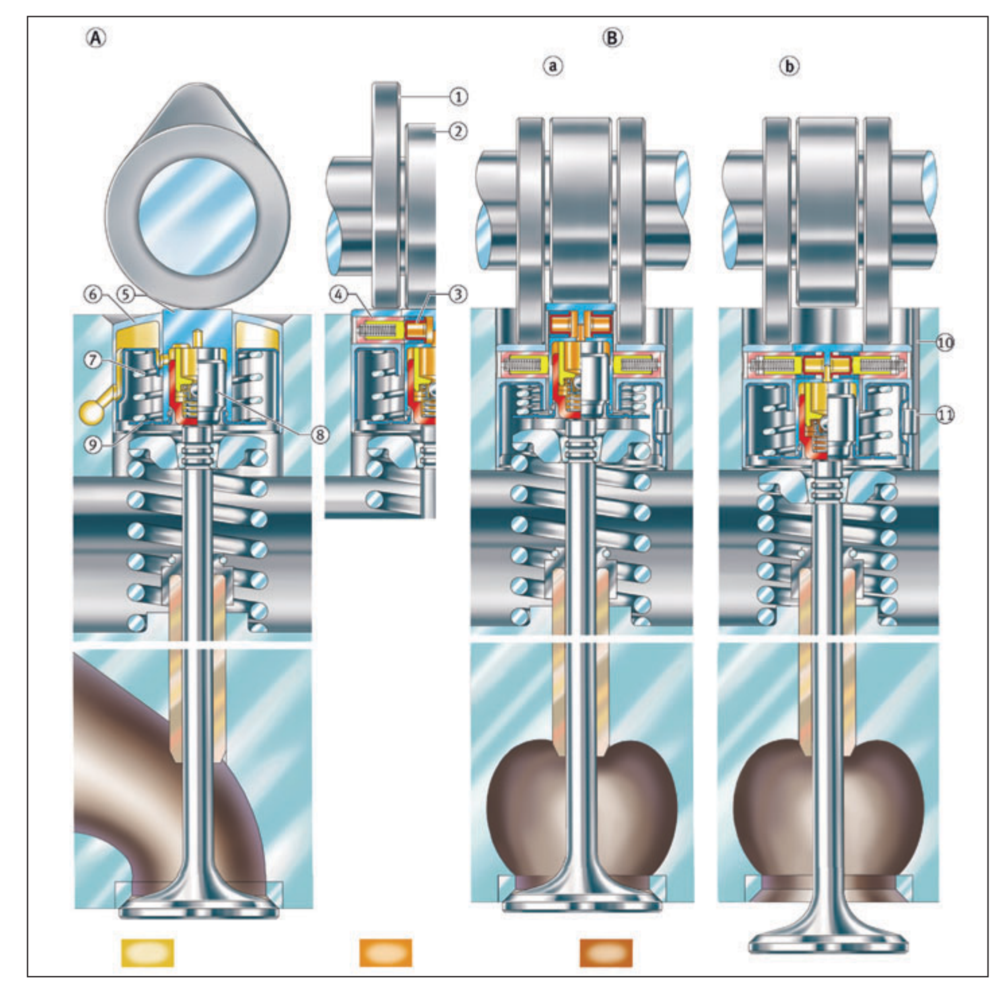
- 液压式气门间隙调节
  - ⟶ 液压间隙调节器在凸轮型线的上升段受压，少量的机油从高压腔通过泄油间隙被挤出，再次进入凸轮基圆段时它们又被吸回到储油腔
- 机械式气门间隙调节
  - ⟶ 通过选择不同厚度的挺杆壳或垫片来调节气门间隙



功能：

失压锁定的可调式液压挺杆：

(1)外凸轮(长升程)
(2)内凸轮(零升程或短升程)
(3)内销
(4)锁销
(5)挺杆内壳
(6)挺杆外壳
(7)空运转弹簧
(8)液压间隙调节器
(9)弹簧档边
(10)防转槽
(11)防转锁



低发动机油压
正常发动机油压
高发动机油压

(A)基圆段 (调节过程)

- 空运转弹簧(7)撑开挺杆外壳(6)，并使其抵靠在挺柱内壳(5)的档边上。
- 挺杆内壳(5)与内凸轮(2)接触，外凸轮(1)和挺杆外壳(6)之间有一微小的间隙。
- 当机油压力降低时，锁销(4)把挺杆内壳(5)和挺杆外壳(6)连接起来。
  ⟶ 锁销(4)受到弹簧的压力。
- 当发动机机油压力超过切换油压时，内销(3)把锁销(4)推回到挺杆外壳(6)内。
  ⟶ 此时挺杆内壳(5)和挺杆外壳(6)被分开。
- 气门间隙由挺杆内壳(5)中的液压气门间隙调节器(8)来实现补偿。

(B)凸轮升程段解锁状态(零升程或短升程)(a)

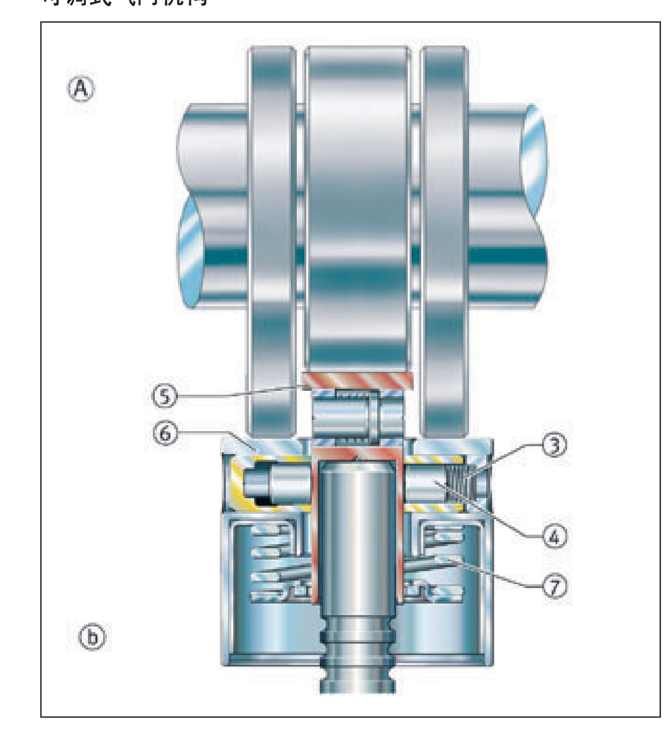
- 外凸轮(1)向下推动挺杆外壳(6)朝着空运转弹簧(7)运动。
- 发动机气门由内凸轮(2)的型线驱动。
  ⟶ 如果内凸轮是圆柱形，气门还保持关闭状态 。
- 如果发动机某个气缸的所有气门都停止了运动(挺杆外壳(6)处于解锁状态)，此缸就进入了停缸状态。
  ⟶ 这有效地降低了油耗。

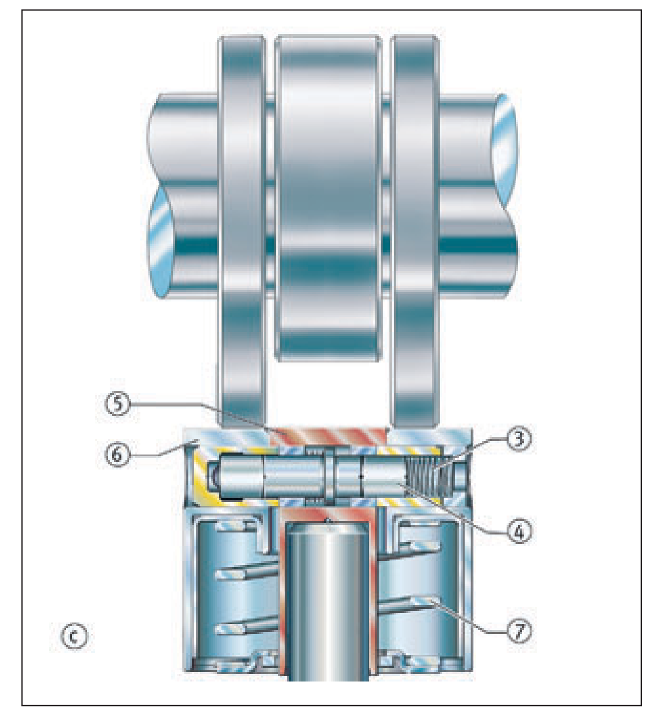
(B)锁定状态(长升程)(b)

- 外凸轮(1)向下同时推动挺杆外壳(6)和挺杆内壳(5)，打开发动机气门。
- 液压气门间隙调节器(8)受压。
  ⟶ 有少量机油从高压油腔的泄油间隙中被挤出。
  ⟶ 当回到基圆阶段时，气门间隙又被补偿到零。

特点：

可调式气门机构

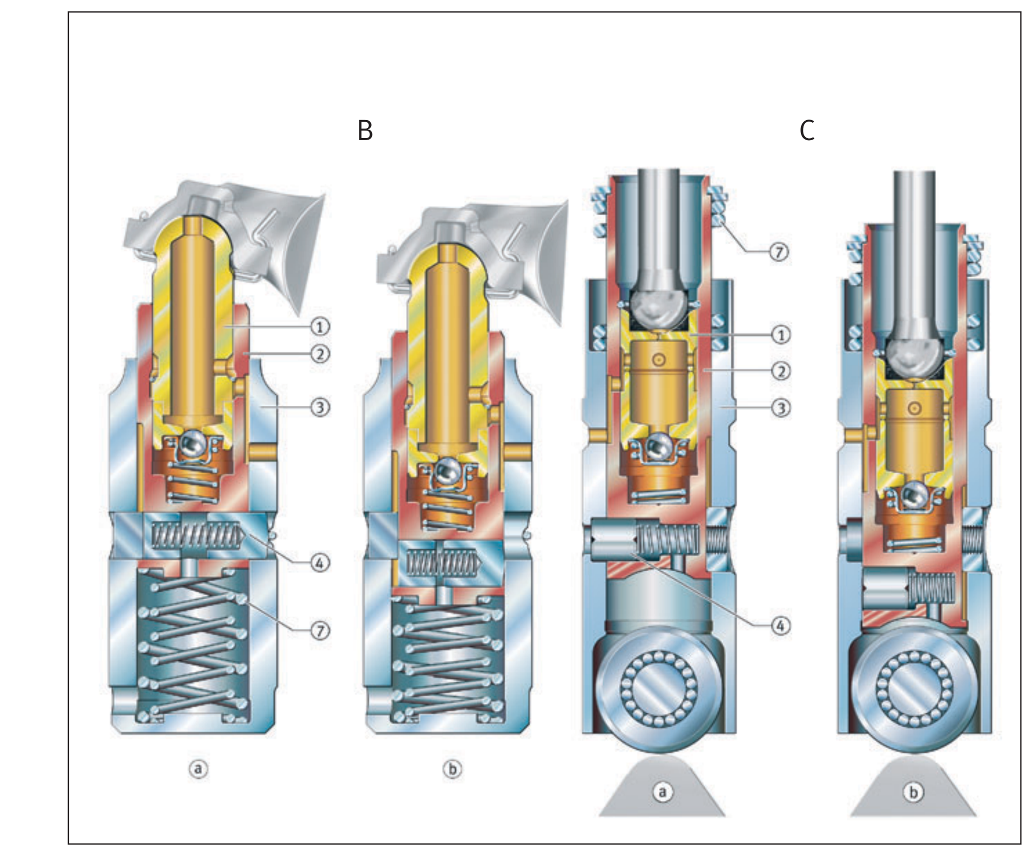




(A)可调式机械挺杆
(a)基圆段
凸轮升程段：
(b)解锁状态(零升程或短升程)
(c)锁定状态(长升程)

(B)可调式液压支承件
(a)锁定状态(长升程)
(b)解锁状态(零升程)

(C)可调式液压滚子挺杆
(a)锁定状态(长升程)
(b)解锁状态(零升程)



(1)柱塞
(2)凸轮滚子
(3)锁销弹簧
(4)锁销
(5)挺杆内壳
(6)挺杆外壳
(7)空运转弹簧

INA

为了防止因杂质污染而造成的损坏，必须要注意

清洁度!!!

即使是轻微的污染也会削弱气门机构零部件的性能，最终导致发动机的损坏!

务必正确安装每个零件(滚子摇臂半球形区域安装在液压支持件的球头上，气门挡边装在气门杆上)。

由于结构不同，务必注意要将摇臂安装在正确的位置(偏心)。

由于液压气门间隙调节器组成件之间的配合精度很高，所以不允许将其拆卸。

发动机只允许使用推荐等级的机油。

4.1 更换机械式气门间隙调节器零部件

4.1.1 更换机械式杯状挺杆

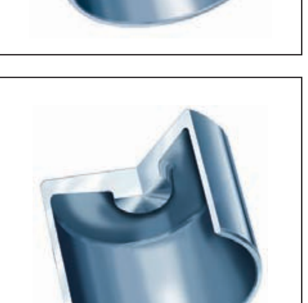


发动机装配好之后，凸轮基圆和气门座之间的累计制造误差通过不同厚度的垫片来调节。

重要提示：
调节垫片一旦选定，则凸轮基圆段与垫片之间就有一个固定的间隙，这个间隙补偿了气门机构的误差。
- 由于热膨胀引起
- 在凸轮升程段
- 因为磨损

上垫片式机械挺杆
如果测量值与制造商的要求有偏差(气门间隙太大或太小)，则必须更换合适的垫片(不需要取下凸轮轴!)。

下垫片式机械挺杆
如果测量值与制造商的要求有偏差(气门间隙太大或太小)，则必须更换合适的垫片和挺杆(需要取下凸轮轴!)。



分级式机械挺杆
如果测量值与制造商的要求有偏差(气门间隙太大或太小)，则必须更换合适的挺杆(需要取下凸轮轴!)。

4.2 更换液压式气门间隙调节器零部件

重要提示：
液压气门间隙调节器的更换，请始终遵守车辆制造商的说明。

以下部分所述，一般可适用于所有型号的液压气门间隙调节器。

4.2.1 更换液压式杯状挺杆

每一个液压杯状挺杆可能都有不同！即使有些从外观上看非常相似，但是它们的内部构造可能会有很大区别。所以，液压杯状挺杆是不能互换的。

基于以下原因：
- 液压元件的压缩时间不同
- 液压元件的含油量不同
- 液压油的规格不同
- 挺杆底部的表面处理不同(如表面淬火、硝化或磷化处理等)
- 液压油的压力不同
- 挺杆的构造不同(如迷宫式、防漏式或低位吸入式)
- 单向阀中的弹簧力不同
- 气门的行程不同(单位：mm)

4.2.2 更换带液压支持件的滚子摇臂

为了避免因重复维修而造成的客户维修成本的增加，这里我们强烈建议：每次都是整套更换。

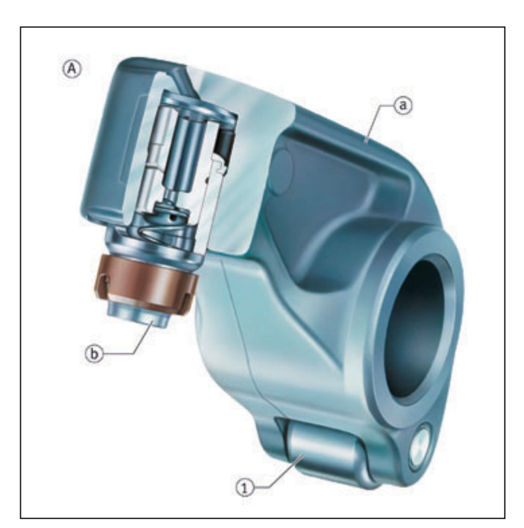
如果一个新的液压支持件与一个旧的滚子摇臂装配在一起，液压支持件的头部与滚子摇臂的半球形区域会接触不畅，导致磨损加速。



4.2.3 更换带液压插入件的滚轮摇臂

为了避免因重复维修而造成的客户维修成本的增加，这里我们强烈建议：每次都是整套更换。

基于以下原因：
- 滚轮摇臂的安装孔与液压插入件的外径精确的匹配(公差尺寸)
- 液压插入件被固定的很紧，只能通过工具将其从滚轮摇臂中取出，这会使液压插入件的安装孔变形，并进而失效，另外液压插入件被旋歪，也会引起损坏
- 液压插入件是通过滚轮摇臂的进油口来供油的，如果油孔或者油道被机油杂质堵塞，那么就无法确保液压插入件的供油
- 滚轮摇臂的凸轮滚子(滚针轴承)，其磨损主要来自与凸轮轴的接触





4.3 一般提示

更换气门间隙调节器的时候，请始终遵守车辆制造商的说明！
此外，还应注意以下建议：

1. 液压气门间隙调节器的更换
当发动机大修时，请检查液压气门间隙调节器是否损坏/磨损，以及凸轮轴的磨损情况。

2. 总是成套更换
如果一个或更多的液压元件产生故障，则应该整套更换全部组件。如果只更换受损零件，则在将机油从高压腔中通过泄油间隙挤出时，无法保障统一的气门升程。
这会导致气门关闭不严，最后烧坏气门座。

3. 新凸轮轴 —— 新液压元件
当更换凸轮轴时必须更换新的液压挺杆，反过来也是如此。因为挺杆底部与凸轮长时间接触会产生磨损痕迹，如果让一个新零件和一个旧零件一起运转，则可能会缩短零件寿命。

4. 液压元件的选择
主要的选择标准是其实际长度(可能与总长度不一致)，以及外径，尺寸及进油孔位置。
注意：必须保证标准尺寸的液压挺杆不能放置在扩孔后的气缸盖座孔内！

5. 液压元件的再注油
在配件市场，气门间隙调节器有时候已经注入适量的机油或所含的机油已能够满足发动机磨合阶段所用。这能够保证在发动机大修后的起动阶段液压柱塞能够自动进入正常的工作状态。

在配件市场，如果所供应的零件是"干"的，则在安装之前必须注入发动机油。液压元件在发动机第一次起动阶段会自动排气，但与已经注入机油的液压元件不同，在机油达到正常值之前，它可能会在气缸盖区域内发出噪声(咔嗒声)。在装配之前如果液压元件注入的机油过量，则可能会使机油通过泄油间隙排出时花费过长的时间，导致气门撞到活塞顶部。而且，还会导致气门关闭不严，导致发动机起动不良，功率下降。

6. 一般安装提示
a)先放干机油。
b)清洁整个油路循环系统，尤其是连接液压元件的油道，如有必要，拆下油底壳和机油滤网并清洗。
c)安装新的机油滤清器。
d)检查机油油位和供油状况。
e)重新装上气缸盖。
f)在转动凸轮轴和/或起动发动机之前，等待一会，直到液压元件进入工作位置。

4.3.1 推荐程序 —— 液压气门间隙调节器的排气

当发动机在反复起动、冷起动或装机后首次起动的情况下均有可能产生噪音，以下排气程序可迅速使其恢复正常：

1.如果在发动机装机后首次起动、常规的反复起动和热机怠速情况下出现噪声，使发动机以2500转/分恒定不变的转速或2000至3000转/分之间连续运行至少4分钟。
2.然后，让发动机怠速运转大约30秒。
3.此时如果噪声消失，则说明液压元件已完全排气。如果噪声还有，则重复上述步骤1和2。
4.此类噪声，在第一次循环之后，可降低90%。
5.某些情况下，可能要按上述循环重复5到6次。
6.如果重复5到6次循环，还能听到噪声，则应更换液压元件。



5.1 故障诊断 —— 滚子摇臂

方向



正常的磨损和划痕



液压支持件头部被磨的发亮，及光滑的沟槽。
正常磨损。



滚子摇臂半球形区域被磨的发亮，及光滑的沟槽。
正常磨损。

严重磨损



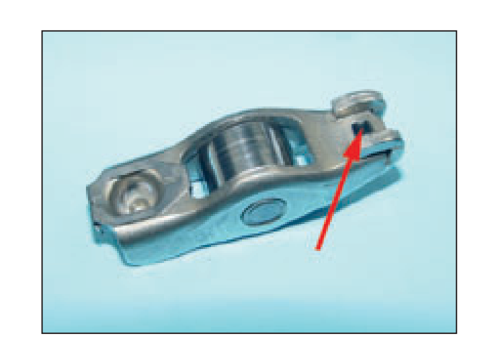
液压支持件头部磨损严重。
因磨损而导致液压支持件头部变形。



滚子摇臂半球形区域磨损严重。
因磨损而导致滚子摇臂半球形区域变形。

解决措施：液压支持件和对应的滚子摇臂必须更换。

方向





正常的磨损和划痕

- 滚子摇臂气门挡边和气门杆之间因运动而产生的轻微划痕
- 正常磨损，滚子摇臂不用更换



严重磨损

- 滚子摇臂气门挡边和气门杆之间磨损严重。因磨损导致的接触区和非接触区明显可辨

解决措施：滚子摇臂必须更换，并检查相应的气门杆是否损坏。

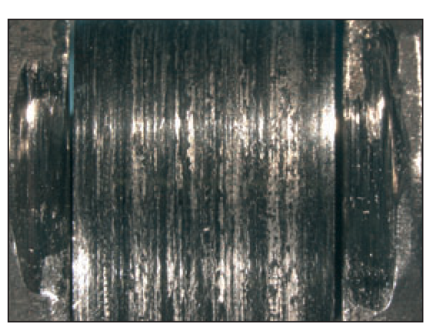
方向



严重磨损

- 凸轮滚子销磨损严重
- 由于凸轮滚子销的严重磨损，凸轮滚子向下偏移，导致凸轮和滚子摇臂侧面的不规则磨损
- 此外，也是因为销子的磨损，滚子不能继续转动

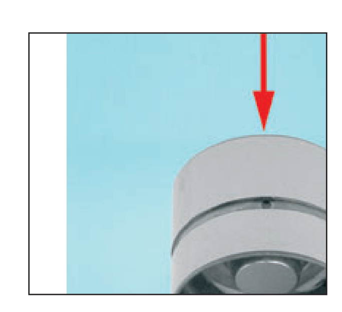


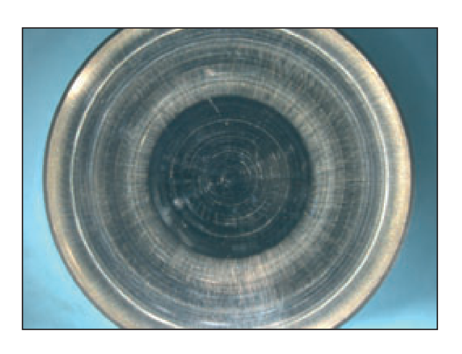


解决措施：滚子摇臂和凸轮轴必须更换。

5.2 故障诊断 —— 杯状挺杆

方向





正常的磨损和划痕

- 正常的磨损痕迹
- 圆环形痕迹是因为挺杆的转动而产生，正常磨损

解决措施：
正常磨损，无须更换。



严重磨损

- 挺杆底部的严重磨损痕迹
- 这样的磨损痕迹即意味着挺杆已严重磨损

解决措施：
杯状挺杆和凸轮轴必须更换。





	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓			
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓			
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓			
	✓	✓	✓	✓	

舍弗勒贸易(上海)有限公司
汽车售后事业部

上海市嘉定区安亭镇安拓路1号
电话：021－3957 6702
传真：021－6950 3220

INA-AS.cn@Schaeffler.com
www.LuK-AS.com